

⑫ 公開特許公報(A)

平4-162584

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成4年(1992)6月8日

H 01 S 3/18

9170-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑤ 発明の名称 半導体レーザ素子の製造方法

② 特 願 平2-288093

② 出 願 平2(1990)10月24日

⑦ 発 明 者 細 田 昌 宏 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社
内

⑦ 発 明 者 高 橋 向 星 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社
内

⑦ 発 明 者 菅 康 夫 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社
内

⑦ 発 明 者 角 田 篤 勇 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社
内

⑦ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑦ 代 理 人 弁理士 梅 田 勝 外2名

最終頁に続く

明 細 書

素子の製造方法。

1. 発明の名称

半導体レーザ素子の製造方法

3. 発明の詳細な説明

〈産業上の利用分野〉

2. 特許請求の範囲

本発明は半導体発光素子、特に (Al_yGa_{1-y})

1. 基板上に、一対のクラッド層に挟まれ、V族元素として磷を含むⅢ-V族化合物半導体からなる活性層とを含む多層積層構造が形成され、該多層積層構造上にV族元素として砒素を含むⅢ-V族化合物半導体からなる保護層が形成されてなる半導体レーザ素子の製造方法であって、上記保護層を形成した後、半導体レーザ素子の光出射領域を活性層下部のクラッド層が露出するまでエッチング除去する工程と、

$xIn_{1-x}P$ ($x \sim 0.5$, $0 \leq y < 1$) を活性層とする可視光半導体レーザの高出力化のための素子構造及びその製造方法に関するものである。

〈従来の技術〉

近年GaAs基板に格子整合する $(Al_yGa_{1-y})xIn_{1-x}P$ ($x \sim 0.5$, $0 \leq y \leq 1$) 結晶を用いた半導体レーザ素子は600nm帯の波長領域が得られるため広く利用されている。光情報処理装置等の光源として波長が短いことは光スポットを小さく絞ることができるため記録密度向上の点から有利である。また、高速化の点からは数十mWクラスの高出力レーザが要求されている。しかし一般に、半導体レーザを高出力で動作させる場合、共振器端面での劣化が発生することが知られている。即ち、光出射面における半導体結晶の表面単位に注入されたキャリアが捕獲されるため(非発光再

半導体レーザ素子が形成されている基板を分子線エビタキシャル装置に載置し、前記基板を加熱しながら砒素分子線を照射した後、前記エッチング除去された光出射領域に、V族元素として砒素を含み、レーザ光に対して透明なⅢ-V族化合物半導体層を積層する工程と、有してなることを特徴とする半導体レーザ

結合過程)、局所的な発熱を生ずる。そしてこの発熱によって光射出面の温度が上昇し、この領域の禁制帯幅が縮小し、レーザ光の波長に対する光吸収が増加し、それにより発生したキャリアがさらに非発光再結合過程を生ずる。この非発光再結合→温度上昇→光吸収増加のサイクルが繰り返されることにより最終的には光射出領域の結晶が溶融し劣化、破壊に至る(光学損傷)。

上記の問題を解決する手段として発光端面部に発振波長に対し透明な窓領域を設け光吸収を避ける方法がある。1つには屈折率導波路形成法として知られている活性層両側の埋め込み技術を共振器端面部に適用するものである。もう1つは活性層ストライプ領域の端面近傍部に不純物を拡散し内部(励起領域)と端面(窓領域)のエネルギーギャップを作る方法である。この2つめの方法を第6図を用いて説明する(H. Yomez et al. IEEE J Quantum Electron, QE-15 755(1979))。この構造では $n\text{-AlGaAs}$ 活性層を有するDHレーザの上部よりZnを共振器内部に拡散し、こ

に良好なpn接合を得るためにはZn拡散深さを厳密に制御しなければならず、量産性において大きな障害となる。

〈課題を解決するための手段〉

ところで発明者らは、 AlGaInP 結晶上に AlGaAs をMBE法によって成長した場合成長条件によってはその界面が高抵抗化することを見出した。この現象はMBE法では分子線の切り換えをシャッタの開閉で行うがV族分子線(P, As等)は、その応答が悪いため界面で成長休止状態が発生することに起因している。例えば第4A図及び第4B図(i)乃至(v)に示すような成長プロセスを考える。この場合第4B図(i)に示す第4A図(i)の領域ではⅢ族分子線及びP分子線が基板に照射されているためストイキオメトリ(化学量論的組成)の良い結晶(例えば AlGaInP)が成長されている。次に AlGaAs 結晶を成長するためにⅢ族P分子線のシャッタを閉じる。またPセルの温度を下げる。P分子線はシャッタによる急峻な切り換えができないため、しばらくはP分子線が残ってい

る部分の活性層をp型に変換している。 $n\text{-AlGaAs}$ 結晶の方が $p\text{-AlGaAs}$ 結晶より実効的バンドギャップが大きい。つまり発振波長に対して透明なウィンド領域となり光学損傷が抑制される。

〈発明が解決しようとする課題〉

1つめの従来例では埋め込み成長領域に導波路が無い場合又は形成されていても埋め込み成長層界面の位置合せが困難ある。例えばLPE法では第7図に示すように内部の活性層と埋め込み部分の導波層の高さがずれ、結合損失が大きくなる。又、MOCVD法で埋め込む場合も同様に端面へのまわり込みによる成長があるため結合損失が生ずる。また、いずれの場合でも埋め込み領域に電流阻止構造を設けなければこの部分で無効電流が生じ駆動電流が上昇するなど特性の悪化を招く。電流阻止構造を作りつけようとするプロセスが増え量産性等の低下を引き起こす。

また2つめの従来例では、端面部への拡散を防ぐために SiO_2 マスクを利用しているが、マスクの形成やZn拡散といった工程が増える。さら

る。ところでPは蒸気圧が高いため第4B図(ii)(iii)(iv)に示す第4A図(ii)(iii)(iv)の段階では結晶からP原子が離脱し基板表面近傍ではストイキオメトリからずれた領域が形成される。次にAs系結晶(例えば AlGaAs)を成長するためにAsセルの温度を上昇させてゆくとAs分子線が基板に到達し始める。この時As原子の一部がP原子と置き換わり変成層が形成される(iv)。第4B(v)に示す第4A図(v)の段階になるとⅢ族及びAsのシャッタが開き、分子線が照射されAs系結晶の成長が始まる。この時P系結晶とAs系結晶の間に上述の変成層が残るこの領域が高抵抗層となる。第5図にこの部分のI-V特性を示す。

本発明では上記のMBE法での現象を利用して端面領域に発振波長に対し透明な窓層を設けることを特徴としている。すなわち最上層に AlGaAs 結晶を有する AlGaInP 系DH構造の共振器端面に相当する部分を下部 AlGaInP クラッド層が露出するまでエッチングし、しかる後このエッチングした領域を発振波長に対し透明な組成を有する

AlGaAs 結晶をMBE法によって埋め込むものである。この埋め込まれた部分はP系材料上へのAlGaAs 成長であるため先に述べたように界面が高抵抗化し無効電流は抑制される。一方内部の励起領域はAs系材料上へ成長であり高抵抗化は生じない。

〈作用〉

本発明によればAlGaInP系可視光半導体レーザ素子の窓構造において拡散や電子阻止構造の作り込みを行うことなく無効電流のない透明領域を形成することが可能となり、素子の高出力化が図れたまた量産性の向上にも寄与できる。さらに本発明は窓領域の成長に層厚制御性に優れ、また側面部への回り込み成長が無いMBE法を用いているため窓領域への導波路形成も容易に行え、素子の放射特性等の高性能化を図ることが可能である。

〈実施例〉

以下に本発明による実施例を図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の第1の実施例の共振器に沿っ

てAl_{0.55}Ga_{0.45}As窓層15、p-GaAs保護層14を通してキャリアが注入される。一方p-Al_{0.55}Ga_{0.45}As窓層15と下部クラッド層11や上部クラッド層13の界面31、32では変成層による高抵抗化のためキャリアの注入は行なわれない。その後電極等の蒸着を行った後第2図(c)にあるX-X'面でへき開を行えば光出射端面が光吸収の無い長さ10μmの窓層でおおわれたウィンドレーザが得られる。

次に第2の実施例を第3図を用いて説明する。第1の実施例と同様DH構造を積層後下部クラッド層に達するまで溝(長さ30μm)を形成する。次いでMBE装置中で基板温度650℃でp-Al_{0.7}Ga_{0.3}As第1埋込層17、p-Al_{0.53}Ga_{0.47}As第2埋込層18、p-Al_{0.7}Ga_{0.3}As第3埋込層19、及びp-GaAsコンタクト層16を成長する。この埋込層は屈折率差を有しており層厚方向に導波路が形成される。この場合溝部分はRIBE法で形成しているため側面は垂直になっておりMBE法による成長ではこのような垂直面

断面を示したもので第2図はその製造工程を示したものである。まずn-GaAs基板10上にn-(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P下部クラッド層11、Ga_{0.5}In_{0.5}P活性層12、p-(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}PIn_{0.5}P上部クラッド層13、p-GaAs保護層14を積層しDH構造を形成する(a)。次にRIBE(Reactive Ion Beam Etching)法により光出射端面に相当する部分20を長さ20μmにわたって下部クラッド層に達するまで掘り込む(b)。次いでこのウェハをMBE装置に導入しAs分子線を照射しながら基板温度660℃まで加熱する。この時、先に述べたように露出した下部クラッド層31や下部クラッド層の側面32でP原子とAs原子の置換が生じ変成層が形成される。しかしGaAs保護層表面33では置換が無いため変成層は形成されない。しかる後発振波長に対し透明なp-Al_{0.55}Ga_{0.45}As窓層15を溝20が埋まるまで成長し、p-GaAsコンタクト層16を積層する。このようなプロセスを経ることによって内部の励起領域ではp-GaAsコンタクト層16、p-

への成長は生じない。又MBE法は層厚制御性に優れており内部活性層12と導波路(第2埋込層)18を一致させることは容易である。このような構造をとることによって窓領域にも導波構造を作り込むことができるのでレーザの光学的特性が向上する。尚、この場合コンタクト層16上に第1埋込層17'、第2埋込層18'が形成するが素子特性上何ら問題ない。

尚実施例では、共振器方向に沿った領域の構造を示したが横方向の導波構造は何ら限定されるものではない。例えば出射端面の溝を形成する時同時に横方向も掘り込むことによって埋め込み構造が形成される。又、構成材料もⅤ族元素としてPを含む結晶上へAs系結晶を成長する構造であれば広く適用できる。

また、埋込成長時にAs分子線照射IP原子とAs原子の置換を行った後再度Ⅴ族分子線を切換えP系結晶を成長してもP原子とAs原子の蒸気圧の差から窓領域の変成層はそのまま維持されるため本発明の効果は保たれる。従って発振波長に

対し透明なAlGaInP層を成長することが可能である。さらに実施例では励起領域をダブルヘテロ構造として説明したが本発明の主旨を考えれば、この領域はガイド層を挿入することやGRIN (graded in dey) 構造とすることも可能であることは明らかである。

〈発明の効果〉

以上述べてきたように本発明によればMBE成長の特徴を利用しているため窓層の成長と同時に電流阻止構造も形成することができ高出力化に必要な窓構造レーザを容易に得ることができる。

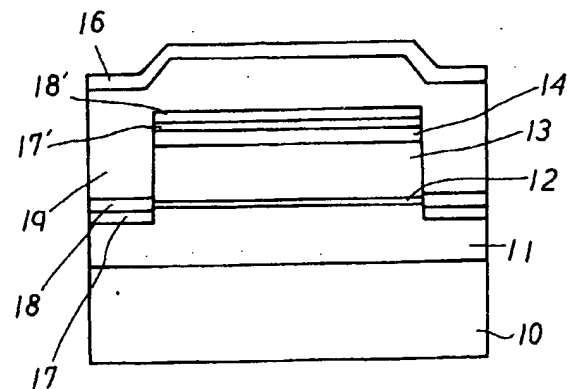
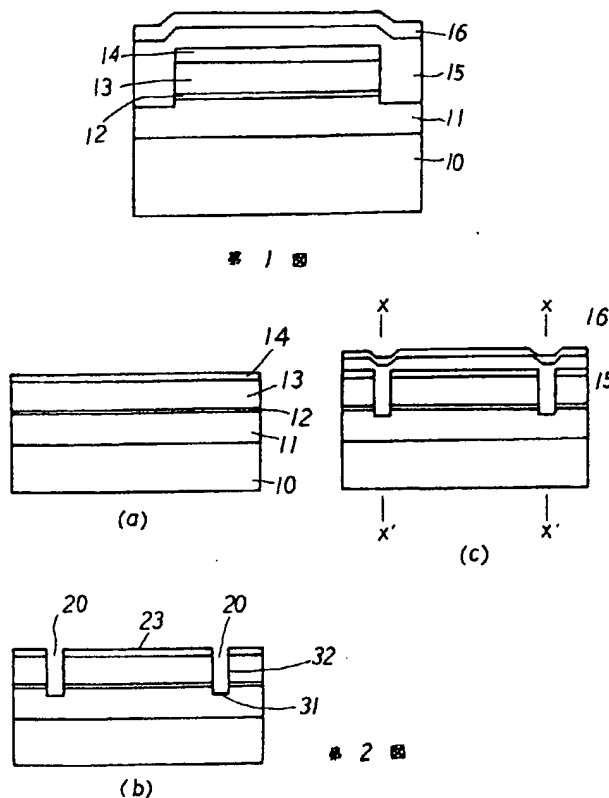
4. 図面の簡単な説明

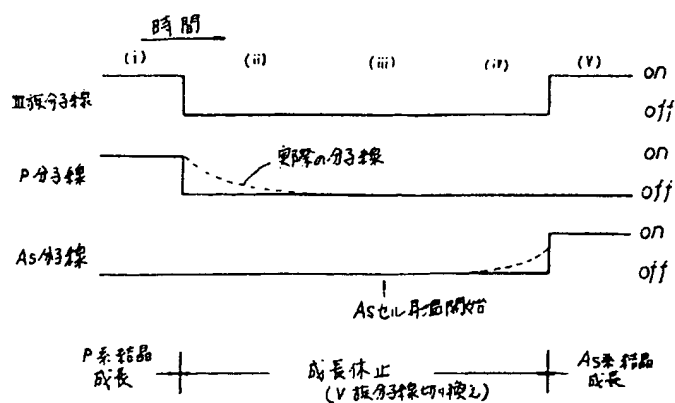
第1図は本発明の第1の実施例の共振器断面図、第2図(a)乃至(c)は、第1の実施例の製造工程を示す図、第3図は、本発明の第2の実施例の共振器断面図、第4A図、及び第4B図(i)乃至(v)は、MBE法においてV族分子線切換時に生ずる現象を示す概略図、第5図は変成層の有無におけるI-V特性の一例を示す図、第6図は、窓レーザの原理及び従来例を示す図、第7図はLPE法

により窓層を形成した場合の概略図である。

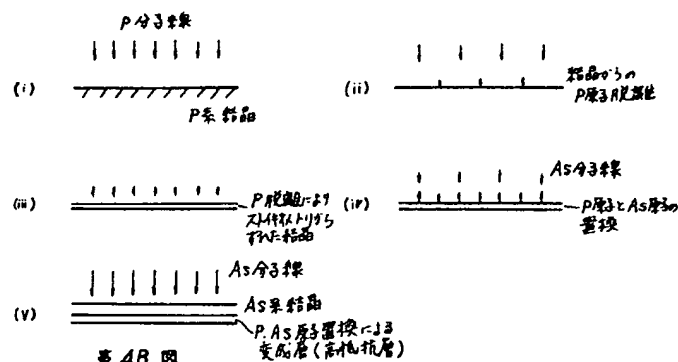
10...n-GaAs基板 11...下部クラッド層
12...活性層 13...上部クラッド層
14...p-GaAs保護層 15...窓層
16...コンタクト層 17~19...窓層

代理人 弁理士 梅田 勝(他2名)

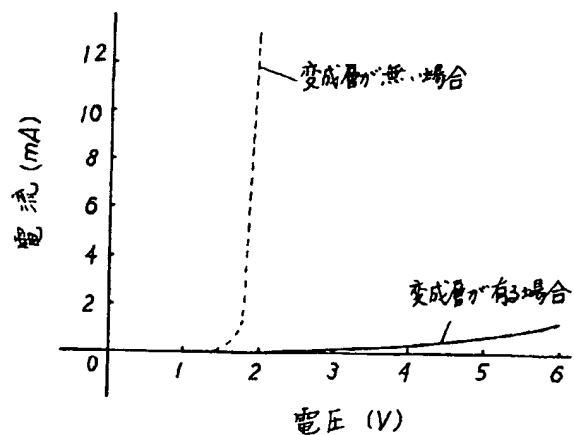




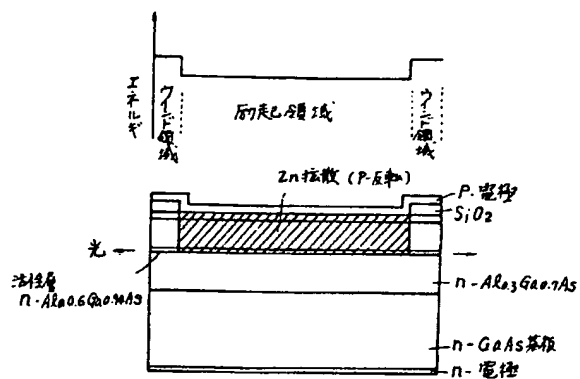
第 4A 图



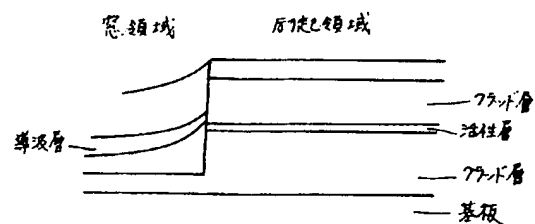
※ 4B 図



第 5 圖



第 6 回



7 田

第1頁の続き

⑫発明者	谷	健太郎	大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号	シヤープ株式会社 内
⑫発明者	松井	完益	大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号	シヤープ株式会社 内

CLIPPEDIMAGE= JP404162584A
PAT-NO: JP404162584A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04162584 A
TITLE: MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

PUBN-DATE: June 8, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HOSODA, MASAHIRO
TAKAHASHI, KOUSEI
SUGA, YASUO
TSUNODA, ATSUISA
TANI, KENTARO
MATSUI, KANEKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SHARP CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP02288093

APPL-DATE: October 24, 1990

INT-CL_(IPC): H01S003/18

ABSTRACT:

PURPOSE: To enhance the output of an element and to improve mass productivity by etching a part corresponding to the end of a resonator of an AlGaInP DH structure having an AlGaAs crystal on an uppermost layer until a lower AlGaInP clad layer is exposed, and then burying the etched region with the AlGaAs crystal having transparent composition for an oscillation wavelength by an MBE method.

CONSTITUTION: An n-type

(Al<SB>0.7</SB>Ga<SB>0.3</SB><SB>0.5</SB>In<SB>0.5</SB>P lower clad layer 11, a Ga<SB>0.5</SB>In<SB>0.5</SB>P active layer 12, a p-type (Al<SB>0.7</SB>Ga<SB>0.3</SB><SB>0.5</SB>PIn<SB>0.5</SB>P upper clad layer 13, and a P-type GaAs protective layer 14 are laminated on an

n-type GaAs substrate
10 to form a DH structure, and a part 20 corresponding to a
light emitting end
face is dug so as to reach the lower clad layer. Then,
this wafer is
introduced into an MBE unit, and heated while irradiating
it with an As
molecular beam. In this case, P atoms are substituted with
As atoms at the
exposed lower clad layer 31, the side face 32 to form a
modified layer. Then,
a p-type $\text{Al}_{0.55}\text{Ge}_{0.45}\text{As}$ window layer 15
transparent for an
oscillation wavelength is grown until a groove 20 is
buried, and a p-type GaAs
contact layer 16 is laminated.

COPYRIGHT: (C)1992, JPO&Japio